



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 119 096 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.07.2001 Patentblatt 2001/30

(51) Int Cl.7: **H02M 7/12**

(21) Anmeldenummer: **01100797.8**

(22) Anmeldetag: **15.01.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Mangold, Harald**
88239 Wangen (DE)

(74) Vertreter: **Hofmann, Gerhard, Dipl.-Ing.**
Patentassessor
Stephanstrasse 49
90478 Nürnberg (DE)

(30) Priorität: **18.01.2000 DE 10001711**

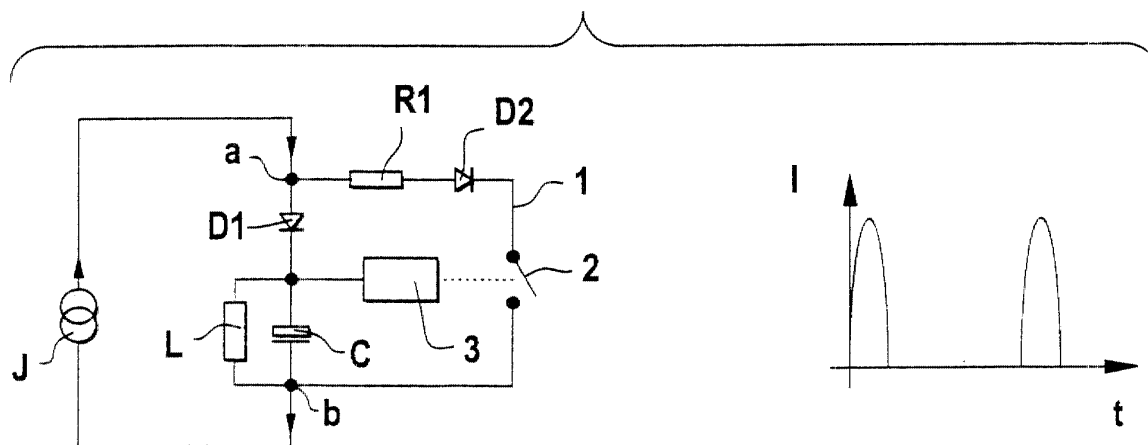
(71) Anmelder: **Diehl AKO Stiftung & Co. KG**
88239 Wangen (DE)

(54) **Spannungsstabilisierungsschaltung an einer wechselstromgespeisten Last**

(57) Eine Schaltung zur Stabilisierung der Spannung an einer von einer Wechselstromquelle J gespeisten Last L weist einen Glättungskondensator C und ei-

ne Gleichrichterdiode D1 auf. Damit die Schaltung bei einfachem Aufbau verlustarm arbeitet, ist parallel zur Reihenschaltung der Last L und der Diode D1 ein Bypass 1 geschaltet, in dem ein Schalter 2 liegt.

Fig. 2



EP 1 119 096 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltung zur Stabilisierung der Spannung an einer von einer Wechselstromquelle gespeisten Last, wobei parallel zur Last ein Glättungskondensator und in Reihe zur Last eine Diode geschaltet sind und den Glättungskondensator die Stromhalbwellen der einen oder anderen Polarität der Wechselstromquelle auf einen Sollspannungsbereich der Last laden.

[0002] Eine derartige Schaltung ist in der Schaltungstechnik bekannt. Die Wechselstromquelle weist einen hohen Innenwiderstand auf, wogegen eine Wechselspannungsquelle einen niedrigen Innenwiderstand hat. Eine Wechselstromquelle ist beispielsweise als Kondensatornetzteil oder Widerstandsnetzteil 1 zur Speisung von Steuerschaltungen (Last) von Haushaltsgeräten gebräuchlich.

[0003] Bei einem Kondensatornetzteil bildet ein in Reihe zum öffentlichen Wechselspannungsnetz liegender Kondensator den hohen Innenwiderstand. Bei einem Widerstandsnetzteil bildet ein in Reihe zum Wechselspannungsnetz geschalteter hoher ohmscher Widerstand den hohen Innenwiderstand.

[0004] Nach dem Stand der Technik wird zur Stabilisierung der an der Last anstehenden Spannung auf einen Sollwertbereich der Last und damit dem Glättungskondensator eine Zenerdiode parallelgeschaltet. Nach Erreichen der durch die Zenerspannung bestimmten Sollspannung fließt der Strom der Wechselstromquelle über die Zenerdiode ab, um die Spannungsstabilisierung zu erreichen. Eine dementsprechend hohe Verlustleistung fällt an der Zenerdiode an. Dies bedeutet einen schlechten Wirkungsgrad sowie eine starke Erwärmung der Zenerdiode und setzt voraus, dass die Zenerdiode entsprechend ausgelegt ist. Mit einer Zenerdiode der baulich einfachen und leicht montierbaren SMD-Technik lässt sich die Schaltung meist nicht, oder zumindest nicht ohne größeren Aufwand realisieren, da eine auf die SMD-Technik ausgelegte Zenerdiode die hohe Verlustleistung oft nicht aufnehmen kann. Es wäre möglich, mehrere Zenerdioden zusammenzuschalten. Dies würde jedoch zu einem erhöhten Platzbedarf auf der zugehörigen Schaltungsplatine, und damit verbunden zu höheren Kosten führen.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schaltung der eingangs genannten Art vorzuschlagen, die einfach aufgebaut ist und verlustarm arbeitet.

[0006] Erfindungsgemäß ist obige Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 gelöst. Es ist dadurch erreicht, dass der die Spannungsstabilisierung störende Stromanteil (Stromüberschuss) der Stromhalbwellen über den Bypass abgeleitet wird, wobei in dem Bypass nur eine geringe Verlustleistung entsteht. Es ist dadurch möglich, für die SMD-Technik geeignete Bauteile zu verwenden. Die wesentlichen Vorteile bestehen insbesondere in einem geringen Platzbedarf, einem hohen Wirkungsgrad, einer gerin-

gen Wärmeentwicklung und in einem kostengünstigen Aufbau hinsichtlich der Kosten der Bauteile und der Kosten für die Bestückung der zugeordneten Platine mit den Bauteilen.

[0007] In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung öffnet der Schalter beim Unterschreiten des Sollspannungsbereichs und/oder beim Nulldurchgang der Stromhalbwelle.

[0008] Wenn sich der über den Bypass rückwärts fließende Strom infolge der jeweils anderen Stromhalbwelle, störend auf die sonstige Schaltung auswirkt, ist vorzugsweise ist im Bypass ein Bauelement mit Diodenfunktion angeordnet, wobei die Polung bezogen auf die den Glättungskondensator ladende Stromhalbwelle ebenso wie die Polung der Diode ist, die mit der Last in Reihe liegt. Dadurch ist gewährleistet, dass die den Glättungskondensator nicht ladende Stromhalbwelle der Wechselstromquelle nicht über den Bypass fließt, wodurch der Stromverbrauch der Schaltung reduziert ist.

[0009] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen. Die in den Zeichnungen durch die stellvertretenden Symbole angedeuteten Stromquellen stellen Stromquellen dar, welche aus der Netzspannung, durch das Inreiheschalten hochohmiger Impedanzen entstehen, und die Eigenschaft haben, bei einer Unterbrechung des Stromflusses keine unendlich hohen Spannungen zu erzeugen, was bei idealen Stromquellen der Fall wäre. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1a eine einfache Spannungsstabilisierung bei einem Widerstandsnetzteil nach dem Stand der Technik,

Figur 1b eine einfache Spannungsstabilisierung bei einem Kondensatornetzteil nach dem Stand der Technik,

Figur 2 eine anmeldungsgemäße Prinzipschaltung mit Bypass,

Figur 3 ein Ausführungsbeispiel der Schaltung mit Thyristor im Bypass,

Figur 4 ein Ausführungsbeispiel der Schaltung mit einer Thyristor-Ersatzschaltung im Bypass.

Figur 5 ein zeitbezogenes Strom- und Spannungsdiagramm zur Schaltung nach den Figuren 2, 3 und 4 und

Figur 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel für die Gewinnung mehrerer stabilisierten Spannungen aus einer Wechselstromquelle.

[0010] Zur Speisung von elektronischen Steuerungen

von Geräten, beispielsweise Haushaltsgeräten, wie Waschmaschinen oder Spülmaschinen, aus dem öffentlichen Netz sind Netzteile erforderlich.

[0011] Figur 1a zeigt ein Widerstandsnetzteil, das eine Wechselstromquelle J bildet. In Reihe zum Wechselstromnetz N liegt ein ohmscher Widerstand RN, der den durch eine angeschlossene Schaltung fließenden Strom bestimmt und wesentlich größer als der differenzielle Widerstand ist, der durch die angeschlossene Schaltung gebildet wird.

[0012] Die Figur 1b zeigt ein Kondensatornetzteil, das die Wechselstromquelle J bildet. In Reihe zum Wechselspannungsnetz N liegt eine Kapazität CN, die den durch die angeschlossene Schaltung fließenden Strom bestimmt. Ein Reihenwiderstand RB dient der Begrenzung des Einschaltstroms.

[0013] An der Wechselstromquelle J liegen eine Gleichrichter-Diode D1 und eine Last L in Reihe. Parallel zur Last L ist ein Glättungskondensator C geschaltet. Für die Funktion des Kondensatornetzteils ist eine Rückwärtsdiode D1' vorgesehen, die umgekehrt wie die Diode D1 gepolt ist. Die Rückwärtsdiode D1' gewährleistet, dass durch die Kapazität CN ein sinusförmiger Strom ohne Gleichanteil fließen kann. So wirkt die Kapazität CN als Impedanz.

[0014] Zur Begrenzung der an der Last L anliegenden Spannung auf eine obere Sollspannung ist nach dem Stand der Technik (vgl. Fig. 1a und Fig. 1b) parallel zum Glättungskondensator C eine Zenerdiode Z1 geschaltet. Da an dieser die Sollspannung der Last L anliegt und durch sie der Spitzenstrom der Stromhalbwellen der einen Qualität fließt, entsteht an ihr eine hohe Verlustleistung, die, wie beschrieben, in mehrerer Hinsicht unerwünscht ist.

[0015] Figur 2 zeigt ein Prinzipschaltbild, bei dem die Zenerdiode Z1 entfällt. Parallel zur Reihenschaltung der Last L bzw. des Glättungskondensators C und der Diode D1 ist ein Bypass 1 geschaltet, in dem ein Schalter 2 liegt, der von einer Steuerung 3 schaltbar ist.

[0016] Wenn beim Aufladen des Glättungskondensators C die Spannung an ihm die Sollspannung der Last L erreicht, schließt die Steuerung 3 den Schalter 2. Sie öffnet ihn wieder, wenn die Sollspannung unterschritten wird oder die Ladestromhalbwelle gegen oder durch Null geht.

[0017] Die Diode D1 ist so gepolt, dass nur die positiven Stromhalbwellen der Wechselstromquelle J den Glättungskondensator C laden. Durch die Polung der Diode D1 und die Schaltung des Bypasses 1 zwischen den Stellen a und b ist gleichzeitig erreicht, dass sich bei geschlossenem Schalter 2 der Glättungskondensator C nicht über den Bypass 1 entlädt.

[0018] Im Bypass 1 kann eine Diode D2 oder ein Bauelement mit Diodenfunktion liegen, die gleichsinnig mit der Diode D1 gepolt ist. Die Diode D2 verhindert, dass die negativen Stromhalbwellen über den Bypass 1 fließen, was der Fall sein könnte, wenn der Schalter 2 bei der negativen Stromhalbwelle geschlossen ist. Diese ist

aber nur nötig, wenn sich dies störend auf die restliche Schaltung auswirkt. Die Diode D2 verhindert, falls vorhanden, eine negative Stromhalbwelle. Dies wiederum ist aber nur möglich, wenn es sich bei der Stromquelle J nicht um eine ideale, sondern um eine aus der sinusförmigen Netzspannung und einer hochohmigen Impedanz gebildeten, Stromquelle handelt, welche keine unendlich hohe Spannung im Leerlauf zeigt.

[0019] Im Bypass 1 kann ein Widerstand R1 liegen, der beim Schließen des Schalters 2 auftretende Stromspitzen begrenzt. Diese Stromspitzen treten nur auf, wenn es sich bei der Stromquelle um eine aus der Netzspannung und einer Kapazität gebildeten Stromquelle handelt. Er kann bei solch einem Kondensatornetzwerk nötig sein, wenn diese Stromspitzen nicht bereits durch einen Einschaltstrombegrenzungs-Widerstand, in Reihe zur strombestimmenden Kapazität, begrenzt werden.

[0020] Der ohmsche Wert des Widerstands R1 ist wesentlich kleiner als der ohmsche Widerstandswert der Last L. Der Spannungsabfall am Widerstand R1 ist also - bei geschlossenem Schalter 2 - wesentlich kleiner als der Spannungsabfall an der Last L.

[0021] Wenn die Wechselstromquelle J nur - wie in Figur 2 angedeutet - positive Stromhalbwellen liefert, sind der Widerstand R1 und die Diode D2 nicht von prinzipieller Bedeutung. Durch die Realisierung der Stromquelle als Stromquelle an der sinusförmigen Netzspannung in Kombination mit einer hochohmigen Impedanz, erhalten der Widerstand R1 und die Diode D2 ihre Bedeutung. Der Widerstand R1 begrenzt beim Kondensatornetzteil die Stromspitze, die durch den beim Schließen des Schalters auftretenden Spannungssprung verursacht wird. Der strombestimmende Kondensator CN des Kondensatornetzteils ist nicht geeignet, diese Stromspitze zu begrenzen. Der Widerstand R1 kann entfallen, wenn der Widerstand RB des Kondensatornetzteils die Stromspitze hinreichend begrenzt.

[0022] Bei der Verwendung eines Widerstandsnetzteils ist der Widerstand R1 nicht nötig, weil dessen strombestimmender Widerstand RN den Einschaltstrom begrenzt.

[0023] Die Diode D2 ist nur nötig, wenn sich der infolge der sinusförmigen Netzspannung rückwärts fließende Strom störend auf die Schaltung auswirkt.

[0024] Der wesentliche Vorteil der beschriebenen Schaltung ist, dass der Strom nach Erreichen der Sollspannung zum Zwecke der Spannungsstabilisierung zwar weiterfließt, nämlich über den geschlossenen Schalter 2; der Strom jedoch wegen des geringen Spannungsabfalls zwischen den Anschlussstellen a, b des Bypasses 1 nur zu einer geringen Verlustleistung an den betroffenen, im Bypass 1 liegenden Bauteilen führt.

[0025] Nach Figur 3 sind der Schalter 2 und die Diode D2 durch einen Thyristor Th realisiert. In Reihe zum Gate des Thyristors ist ein Widerstand R2 geschaltet, der den Gate-Strom im Zündzeitpunkt begrenzt. Der Widerstand R2 kann entfallen, wenn eine solche Strombe-

grenzung nicht erforderlich ist. Der Widerstand R1 ist, wie oben beschrieben, nur bei einem aus der Netzspannung gespeisten Kondensatornetzteil von Bedeutung. Er kann, wie oben beschrieben, entfallen.

[0026] Eine Reihenschaltung aus einer Zenerdiode Z2 und einem Widerstand R3 liegt parallel zum Glättungskondensator C. Zwischen der Zenerdiode Z2 und dem Widerstand R3 ist das Gate des Thyristors Th, gegebenenfalls über den Widerstand R2, angeschlossen.

[0027] Erreicht beim durch die positive Stromhalbwelle erfolgenden Laden des Glättungskondensators C die Spannung am Glättungskondensator C und damit an der Last L den Sollwert, auf welchen die Zenerdiode Z2 ausgelegt ist, dann wird die Zenerdiode Z2 leitend, wodurch der Thyristor Th zündet.

[0028] Die am Widerstand R1 und an der Durchlaßstrecke des Thyristors Th abfallende Spannung bricht in dessen leitenden Zustand auf einen kleinen Wert zusammen und der zum Laden des Kondensators C nicht mehr nötige Strom fließt über den Thyristor Th bzw. den Bypass 1 ab. Da der Spannungsabfall klein ist, ist dementsprechend auch die am Widerstand R1 und am Thyristor Th abfallende Verlustleistung klein, so dass kleinbauende und kostengünstige Bauteile verwendet werden können.

[0029] Der durch die Zenerdiode Z2 und den Widerstand R3 sowie gegebenenfalls den Widerstand R2 fließende Strom sowie die dortigen Spannungsabfälle sind sehr klein, so dass auch an diesen Bauteilen keine hohe Verlustleistung auftritt. Jedenfalls lässt sich als Zenerdiode Z2 ein Bauteil verwenden, das für eine erheblich geringere Belastung ausgelegt ist als die Zenerdiode Z1 nach dem Stand der Technik.

[0030] Nach Figur 4 ist die Schaltung dadurch realisiert, dass anstelle des Thyristors Th dessen Ersatzschaltung Th' verwendet wird. Diese Schaltung kann kostengünstiger sein als der Einsatz eines Thyristors. Die beschriebene Thyristorfunktion ist durch die Diode D2, zwei Transistoren T1,T2 und den Widerstand R4 erreicht.

[0031] Die Diode D2 ist von Bedeutung, wenn die ideale, nur positive Stromhalbwellen liefernde Stromquelle in einer realen, von der sinusförmigen Netzspannung gespeisten Stromquelle in Kombination mit einer hochohmigen Impedanz besteht. Der Grund dafür ist die geringe Emitter-Basis-Sperrspannung üblicher Transistoren, welche nicht in der Lage sind, die Rückwärtsspannung zu sperren. Für den Widerstand R1 gilt das oben Gesagte.

[0032] Im Spannungs-Stromdiagramm der Figur 5 sind die Spannung U1 über dem Glättungskondensator C, die Spannung U2 über dem Thyristor Th bzw. dessen Ersatzschaltung Th' sowie der Strom I1, der durch den Thyristor Th bzw. dessen Ersatzschaltung Th' fließt, im zeitlichen Verlauf gezeigt. Die Spannung U1 (Sollspannungsbereich) beträgt im Beispielsfalle etwa 24 V; der Spannungs-Maximalwert U2' der Spannung U2 liegt bei etwa 26 V.

[0033] Beim Zeitpunkt t1 beginnt die positive Stromhalbwelle der Wechselstromquelle. Der Glättungskondensator C wird nachgeladen (vgl. U1). Am gesperrten Bypass 1 (geöffnetem Schalter 2) liegt die hohe Spannung U2' praktisch stromlos (vgl. I1) an.

[0034] Ist beim Zeitpunkt t2 am Glättungskondensator C die obere Sollspannung U1' bzw. Zenerspannung der Zenerdiode Z2 erreicht, dann wird der Thyristor Th bzw. dessen Ersatzschaltung Th' leitend. Die an ihm abfallende Spannung bricht auf U2" zusammen und es fließt über den Thyristor Th bzw. dessen Ersatzschaltung Th' der überschüssige Stromanteil I1' aus der positiven Stromhalbwelle, was der Spannungsstabilisierung an der Last L dient.

[0035] Beim Zeitpunkt t3 geht die Stromhalbwelle der Wechselstromquelle J durch Null, wodurch der Thyristor Th bzw. dessen Ersatzschaltung Th' sperrt (Schalter 2 öffnet), so dass der Strom I1 praktisch Null wird.

[0036] Während der folgenden negativen Stromhalbwelle der Wechselstromquelle bleiben die Spannung U1 und der Strom I1 bei Null. Wenn danach zum Zeitpunkt t4 die nächste positive Stromhalbwelle beginnt, wiederholen sich die beschriebenen Vorgänge.

[0037] Da zwischen den Zeitpunkten t2 und t3 der Strom I1 nur auf einem niedrigen Spannungsniveau U2" fließt, ist die am Thyristor Th bzw. dem betreffenden Bauteil abfallende Verlustleistung gering. Bei der Verwendung von anderen Schaltern anstelle des Thyristors oder der Thyristor-Ersatzschaltung wird die Spannung U2 zwischen den Zeitpunkten t2 und t3 zu Null.

[0038] Zwischen den Zeitpunkten t2 und t4 ist die Last L mit der Spannung U1 aus dem Glättungskondensator C gespeist, wie dies bei einer Einweggleichrichtung üblich ist.

[0039] In Figur 6 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel gezeigt, bei dem von der Wechselstromquelle J mehrere Lasten L,L1',L" versorgt sind. Der Last ist jeweils eine Diode D1, D1',D1" in Reihe und ein Glättungskondensator C,C',C" parallelgeschaltet. Die Glättungskondensatoren C,C' werden von den positiven Stromhalbwellen und der Glättungskondensator C" wird aus den negativen Stromhalbwellen der Wechselstromquelle J versorgt. Jeder Reihenschaltung der Glättungskondensatoren und der Dioden ist ein Bypass 1,1',1" mit Schaltern 2,2',2" parallelgeschaltet, wobei jedem der Schalter eine Steuerung 3,3',3" zugeordnet ist. Die Realisierung kann auch hier jeweils mit der oben beschriebenen Thyristorschaltung oder Thyristor-Ersatzschaltung erfolgen. Durch die in Figur 6 gezeigte Kaskadierung lassen sich aus einer einzigen Wechselstromquelle mehrere Lasten mit unterschiedlichen Sollspannungen speisen.

[0040] Bei dieser Art der Gewinnung mehrerer stabilisierter Spannungen muss gewährleistet sein, dass die Schalter 2 und 2' nur bei positiven Spannungen und der Schalter 2" nur bei negativen Spannungen über dem geöffneten Schalter schließt, und die Schalter 2 und 2' nur positive, der Schalter 2" aber nur negative Ströme führt. Dies kann durch eine Diodenfunktion des jeweiligen

Schalters erreicht werden.

[0041] Bei der gleichzeitigen Erzeugung mehrerer stabilisierter Spannungen nach Figur 6 aus einer Wechselstromquelle kann jedem der Schalter die oben beschriebene Diode D2 in Reihe geschaltet sein. Die Dioden D2 verhindern, dass ein Rückwärtsstrom, der ohne diese Diode aufträte, sich störend auf die Schaltung auswirken kann.

Patentansprüche

1. Schaltung zur Stabilisierung der Spannung an einer von einer Wechselstromquelle gespeisten Last, wobei parallel zur Last ein Glättungskondensator und in Reihe zur Last eine Diode geschaltet sind und den Glättungskondensator die Stromhalbwellen der einen oder anderen Polarität der Wechselstromquelle auf einen Sollspannungsbereich der Last laden,
dadurch gekennzeichnet,
dass parallel zur Reihenschaltung der Last(L) und der Diode(D1) ein Bypass(1) geschaltet ist, in dem ein Schalter(2) liegt, und dass der Schalter(2) bei überschreiten der Sollspannung der Last(L) schließt, wobei die Diode(D1) die Entladung des Glättungskondensators(C) über den Bypass(1) verhindert. 20
2. Schaltung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Schalter(2) bei Unterschreiten des Sollspannungsbereichs und/oder beim Nulldurchgang der Stromhalbwelle öffnet. 30
3. Schaltung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Bypass(1) ein Bauelement mit Diodenfunktion (D2, Th) angeordnet ist, wobei die Polung bezogen auf die Stromhalbwelle ebenso wie die Polung der Diode(D1) ist. 35
4. Schaltung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Bauelement mit Diodenfunktion eine Diode(D2) ist. 40
5. Schaltung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Schalter(2) und das Bauelement mit Diodenfunktion von einem Thyristor(Th) gebildet ist. 45
6. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Schalter(2) und das Bauelement mit Diodenfunktion von einer Thyristor-Ersatzschaltung (Th') gebildet ist. 50

7. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Bypass(1) ein Widerstand(R1) zur Strombegrenzung angeordnet ist. 5
8. Schaltung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Widerstand(R1) wesentlich kleiner als der ohmsche Innenwiderstand der Last(L) ist. 10
9. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 5 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass am Gate des Thyristors(Th) oder dessen Ersatzschaltung(Th') eine Zenerdiode(Z2) liegt, die bei der Sollspannung leitend wird und den Thyristor (Th) zündet oder dessen Ersatzschaltung(Th') leitend schaltet. 15
10. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wechselstromquelle(J) ein Kondensatornetzteil oder ein Widerstandsnetzteil ist, das an das Wechselspannungsnetz(N) anschließbar ist. 20

Fig. 1a

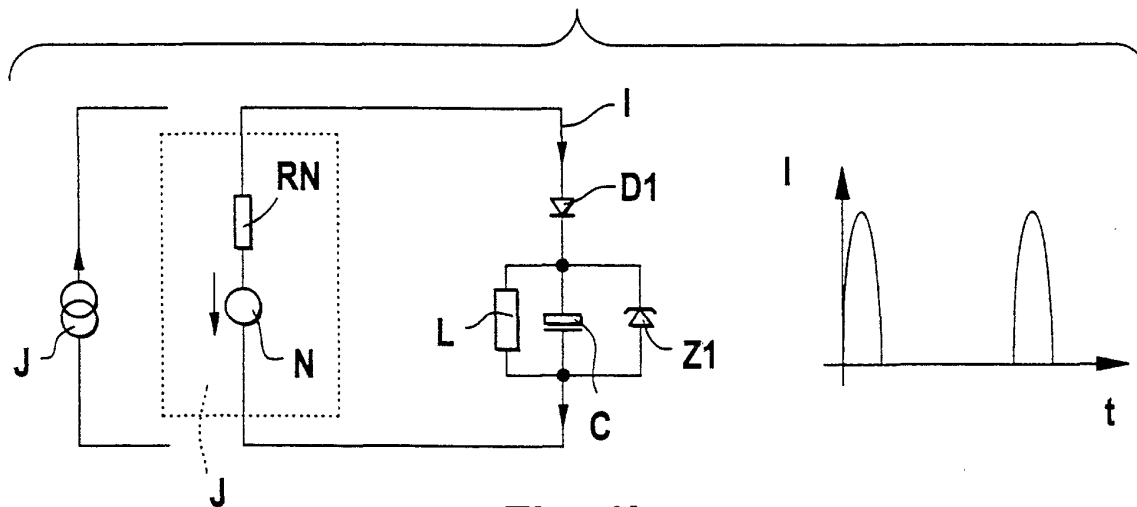


Fig. 1b

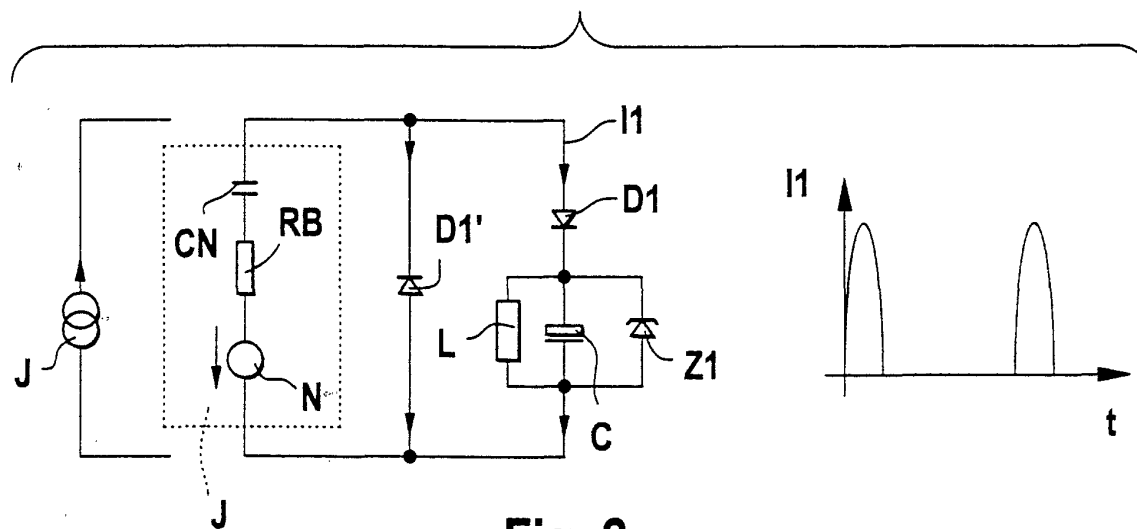


Fig. 2

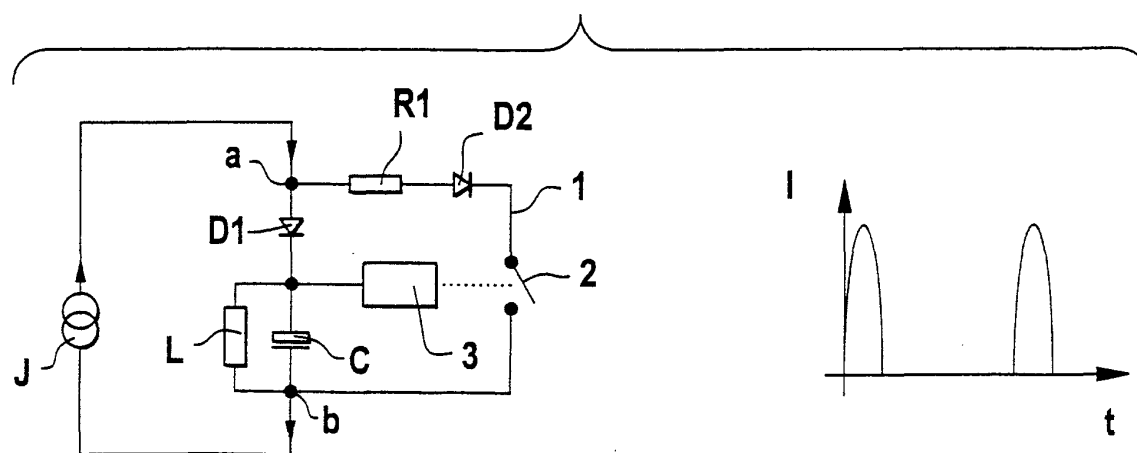


Fig. 3

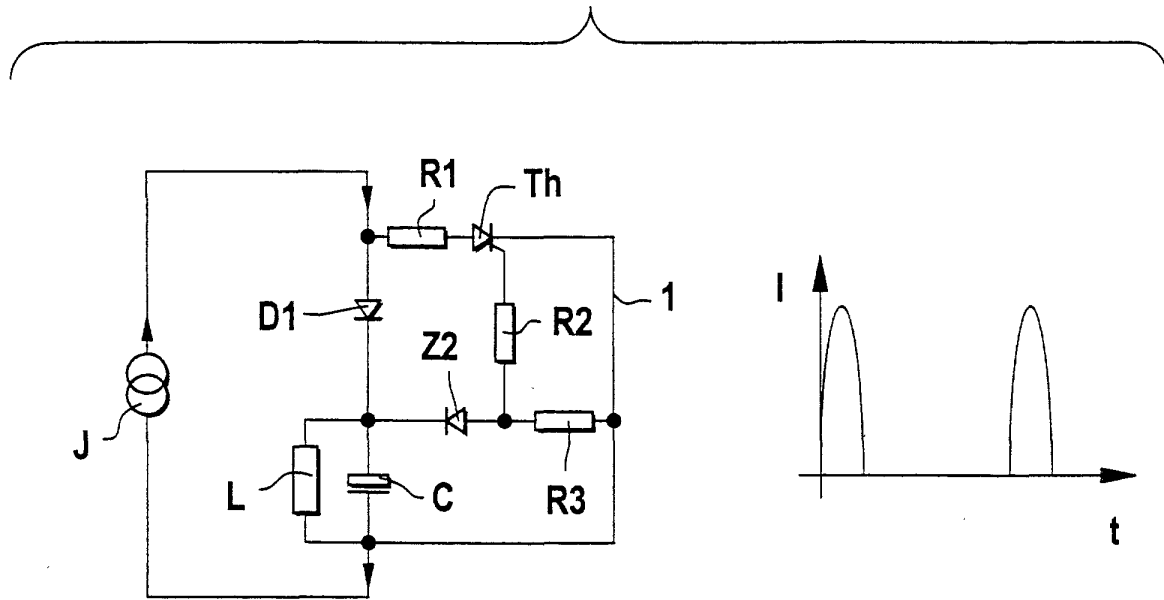


Fig. 4

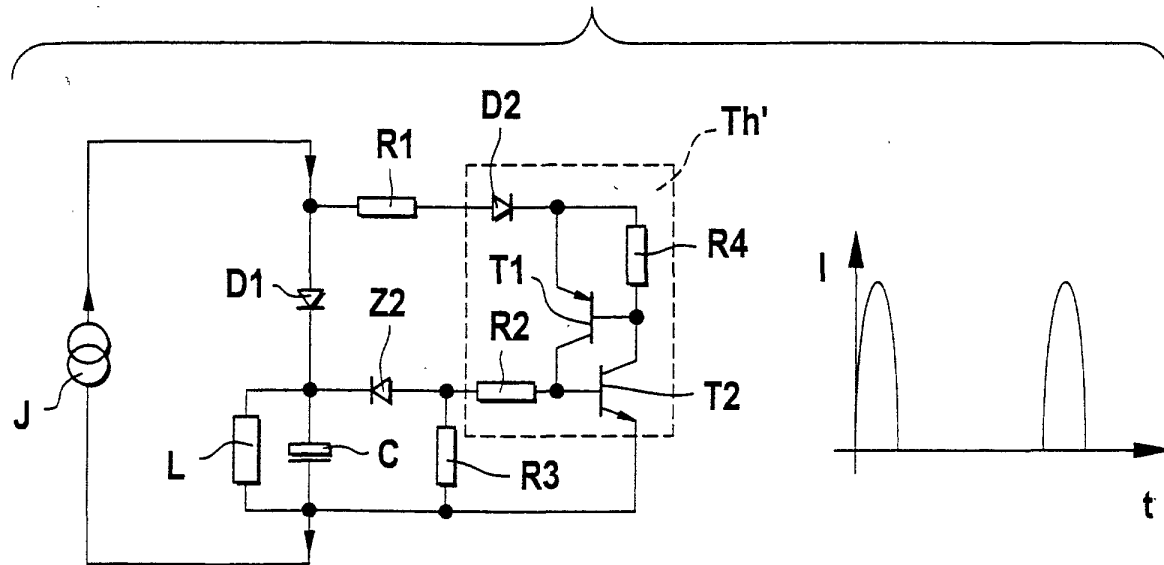


Fig. 5

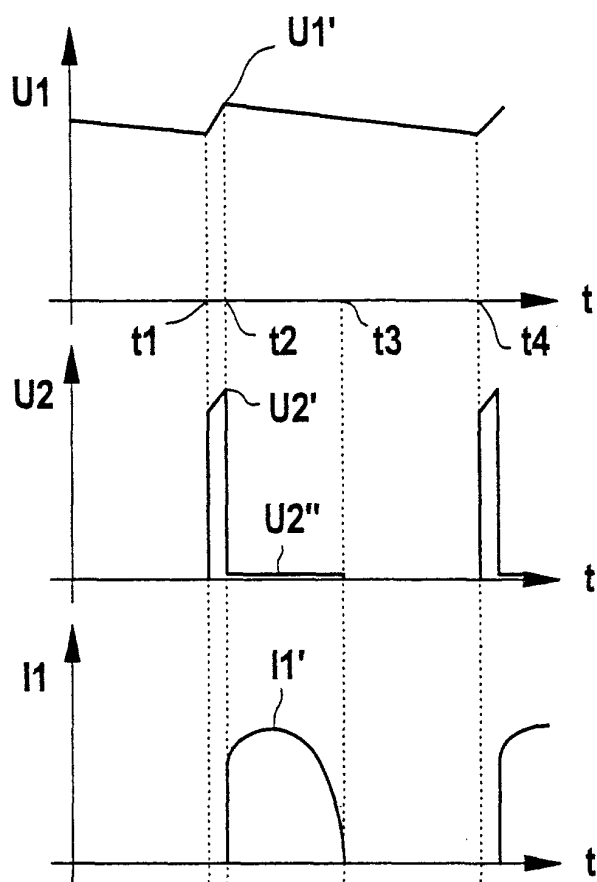


Fig. 6

